云 南 植 物 研 究 1994; **16** (1): 93—94
Acta Botanica Yunnanica

C_3 和 C_4 植物的氮素利用效率*

何新华[1]** Ann Oaks[2] 李明启[3]
([1] 云南师范大学生物系，昆明 650092)
([2] 圭尔夫大学植物系，加拿大 NIG 2W1)
([3] 华南农业大学农业生物系，广州 510642)

NITROGEN USE EFFICIENCY IN C_3 AND C_4 PLANTS

HE Xin-Hua[1], Ann Oaks[2], LI Ming-Qi[3]
([1] *Department of Biology, Yunnan Normal University*, Kunming 650092)
([2] *Department of Botany, University of Guelph*, Guelph, Canada NIG 2W1)
([3] *Department of Agrobiology, South China Agriculture University*, Guangzhou 510642)

关键词 C_3 和 C_4 植物，NO_3^- 吸收与积累，硝酸还原酶酶蛋白，硝酸还原酶活性，可溶蛋白质，氮素利用效率

Key words C_3 and C_4 plants, Uptake and accumulation of NO_3^-, Nitrate reductase protein, Nitrate reductase activity, Soluble protein, Nitrogen use efficiency

对氮在植物体内的同化利用已进行了长达 150 余年的广泛深入研究，但对 C_3 和 C_4 这两大类不同光合途径植物的氮素营养比较研究却至今未见系统报告。而研究和阐明 C_3 和 C_4 植物氮素利用效率 (NUE: Nitrogen Use Efficiency) 的差异特点与机理，首先可为人为调控它们的氮素代谢方向提供理论依据；其次 NUE 在农业上的重要意义不仅仅是对外源氮肥的有效利用，而且还在于当外源氮素供给较低甚至很低特别是在我国土壤含氮量仅为 0.02%—0.2%的情况下，NUE 较高的植物也能获得较高的产量；第三可为借助植物基因工程对具有较低 NUE 的 C_3 甚至 C_4 植物的遗传学改良提供理论及实践依据。

本文对 C_3 植物(大麦、小麦、燕麦、水稻) 和 C_4 植物 (玉米、高粱、墨西哥原始高粱) 幼苗的 NO_3^- 吸收与积累、硝酸还原酶酶蛋白 (NRP: Nitrate Reductase Protein)、硝酸还原酶活性 (NRA: Nitrate Reductase Activity)、可溶蛋白质 (SP: Soluble Protein) 和 NUE (单位氮素的有机物产生) 进行了比较研究，得到如下一些新的重要结果。(1) 在 2.5m mol / L 外源 KNO_3 以下是大麦比玉米有较低的 NO_3^- 吸收量；而在 5.0m mol / L KNO_3 以上则是大麦比玉米有较高的 NO_3^- 吸收量和吸收速率。原因在于大麦幼苗根系比玉米幼苗根系有较低数量的构成型 NO_3^- 离子载体，但却具有较强的为外源 NO_3^- 所诱导的合成诱导型 NO_3^- 离子载体的能力。(2) 蛋白质免疫印迹 NRP 测定确证在无外源 NO_3^- 的非诱导条件下植物幼苗叶片内有一定数量的构成型 NRP 形成，并且玉米比大麦有较高的构成型 NRP [1]；在供试外源 NO_3^- 水平下，玉米 NRP 总量 (构成型 NRP 与诱导型 NRP 之和) 也高于大麦。这与汤佩松和吴相钰最早认为 NR 是诱导酶的结论 [2] 既相一致又有区别。(3) 只需很低的 0.1 m mol / L 外源 NO_3^- 便足

* 部分内容系云南省教委科学研究基金资助，** 通讯联系人
1993-03-13 收稿

以诱导大麦和玉米的NRP合成，并且它们的NRP含量随外源NO_3^-水平的增高而增高，但增高比例不同；然而其NRP的激活即转变成有催化活性的NR则需要一定持续时程的较高浓度的外源NO_3^-。(2)、(3)结果表明外源NO_3^-可能作为NRP合成和活化的共诱导剂。(4) NH_4^+具有诱导NRP合成的能力，但对NRP的激活却无作用，并且NH_4^+对玉米NRP数量上的诱导合成作用比对大麦要强。但不管有无NH_4^+的参与，在5.0 m mol／L总氮(NO_3-N + NH_4-N)下是玉米比大麦有较高的叶片NRA，而在20.0 m mol／L总氮下则恰好相反。(5)在5—10天任一天苗龄和28℃下是C_4植物比C_3植物有较高的叶片NRA，但在20℃下则恰好相反，且在11—21天苗龄之间都几乎未检出NRA。此外，C_3植物的叶片NRA随外源NO_3^-的增高而增高，而C_4植物则先上升后下降，两者的NRA呈现差异交错现象。(6) SDS-PAGE蛋白质多肽图谱表明在它们的蛋白质组成中，C_4植物比C_3植物有较多分子量约100 kD和较少分子量约为50—55 kD的多肽。(7)在供试不同苗龄、不同外源NO_3^-、有无NH_4^+、不同温度和不同基质下，C_4植物虽比C_3植物有较低的叶片NO_3^-积累，但却具有较高的叶片SP和SP／NO_3^-比值、较高的单位氮素干物质、单位氮素碳素、单位氮素的SP生产即具有较高的氮素利用效率。

上述结果表明植物NUE的高低与其属于C_3还是C_4光合途径有关，并且C_4植物比C_3植物具有较高的NUE，这亦可能是高等植物氮代谢中的一种普遍现象。而深入探讨C_3和C_4植物NUE的差异机制，必将为大田粮食作物的农业分子育种、提高肥料特别是化学氮肥中氮的利用率、改进谷物品质和增加农业产量展拓十分诱人的前景。

参 考 文 献

〔1〕 Oaks A, Xinhua He, Zoumadakis M. Nitrogen Use Efficiency in C_3 and C_4 Cereals. In Proceedings of the International Congress of Plant Physiology (Sinha S K, Sane P V, Bhargava S C, Agrawal P K, eds.). Neo Art Press, New Delhi, 1990, **2:** 1038—1045.

〔2〕 Tang P S, Wu H Y. Adaptive formation of nitrate reductase in rice seedlings. *Nature*, 1957, **179:** 1355—1356.